

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
8. März 2001 (08.03.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/15641 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: A61F 9/011

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT00/00233

(22) Internationales Anmeldedatum:  
30. August 2000 (30.08.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
A 1500/99 31. August 1999 (31.08.1999) AT

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): AUSTRIAN LASER PRODUKTION UND  
HANDEL GMBH [AT/AT]; Gewerbestrasse 1 - 3, A-7000  
Eisenstadt (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): VON DER HEIDE,  
Hans-Joachim, Erich [DE/AT]; Brunnengasse 45, A-7000  
Eisenstadt (AT). ZÄNGLEIN, Kurt, Franz [AT/AT];  
Corvinusweg 11, A-7000 Eisenstadt (AT). ALZNER,  
Egon [AT/AT]; Elsenheimstrasse 28, A-5020 Salzburg  
(AT).

(74) Anwälte: KOPECKY, Helmut usw.; Wipplingerstrasse  
32/22, A-1010 Wien (AT).

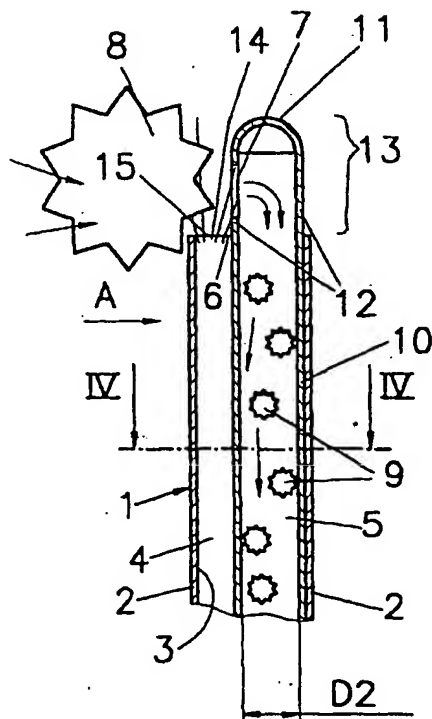
(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LASER SCALPEL

(54) Bezeichnung: LASERSKALPELL



(57) Abstract: The invention relates to a laser scalpel comprising a suctioning device. The suctioning device has a suction channel (5) which is provided with a suction opening (7) and arranged in a parallel position with respect to a laser fiber (4) having a distal end (6). A laser beam exits from the distal end (6) of the laser fiber. The suction channel (5) protrudes above the distal end (6) of the laser fiber (4). The suction opening (7) is created in the wall (12) facing the laser beam (14) in a part (13) of the suction channel (5) which protrudes above the distal end of the laser fiber (4). Said suction opening (7) is oriented towards the laser beam (14) which exits from the distal end (6) of the laser fiber (4). This prevents the suction canal (5) from becoming blocked.

(57) Zusammenfassung: Bei einem Laserskalpell mit einer Absaugvorrichtung, wobei die Absaugvorrichtung einen zu einer mit einem distalen Ende (6) versehenen Laserfaser (4) parallel angeordneten Absaugkanal (5) mit einer Absaugöffnung (7) aufweist und wobei ein Laserstrahl (14) aus dem distalen Ende (6) der Laserfaser (4) austritt, überragt der Absaugkanal (5) das distale Ende (6) der Laserfaser (4), ist die Absaugöffnung (7) in einer dem Laserstrahl (14) zugewendeten Wand (12) im das distale Ende (6) der Laserfaser (4) überragenden Teil (13) des Absaugkanals (5) vorgesehen und ist die Absaugöffnung (7) dem aus dem distalen Ende (6) der Laserfaser (4) austretenden Laserstrahl (14) zugewendet, wodurch eine Verstopfung des Absaugkanals (5) vermieden wird.

WO 01/15641 A1



**Veröffentlicht:**

— Mit internationalem Recherchenbericht.

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

Laserskalpell

Die Erfindung betrifft ein Laserskalpell zum Zerschneiden von biologischem Gewebe mit einer Absaugeinrichtung, wobei die Absaugeinrichtung einen zu einer mit einem in Achsrichtung der Laserfaser freien distalen Ende versehenen Laserfaser parallel angeordneten Absaugkanal mit einer Absaugöffnung aufweist und wobei ein Laserstrahl aus dem distalen Ende der Laserfaser austritt.

Laserskalpelle bzw. Laserwerkzeuge dieser Art werden seit einiger Zeit im Bereich der Augenchirurgie, speziell bei der Behandlung von grauem Star, eingesetzt.

In der sogenannten Katarakttherapie wird der Linsenkern des Auges mit Hilfe von Energie zerkleinert und abgesaugt. Dabei wird die Energie von im Linsenkern vorhandenem Wasser absorbiert und in Wärme umgewandelt, wodurch das Eiweiß der Linse zerstört wird und diese in Bruchstücke zerfällt bzw. sich teilweise verflüssigt. Dieser Verflüssigungsvorgang wird auch als Phakoemulsifikation bezeichnet. Die so behandelte Linse wird mittels einer Absaugeinrichtung aus dem Auge entfernt.

Bis vor kurzem wurde für diese Behandlungsmethode ausschließlich die Ultraschallphakoemulsifikation eingesetzt. Die für die Verflüssigung benötigte Energie liefert dabei eine Ultraschallquelle. Nachteilig bei dieser Technik sind jedoch die hohe Eindringtiefe der Energie und der hohe Wärmeinput, die nicht nur zu einer Verflüssigung des Linsenkerns führen, sondern auch das Gewebe in der Umgebung der Linse schädigen können. Für das Einführen des entsprechenden Werkzeugs ins Auge bedarf es relativ großer Schnitte, die für den Patienten ein erhöhtes Risiko darstellen.

Diese Nachteile weisen Laserskalpelle nicht auf, da die Energie hierbei in Form von Laserlicht ausgewählter Wellenlänge, d.h. spezifischer Energie, durch eine Lichtleiterfaser zum Linsenkern transportiert wird und dort bereits in geringer Tiefe völlig absorbiert ist. Aufgrund der gerätespezifischen Anordnung von Lichtleiter und Absaugeinrichtung lassen sich größere Schnitte vermeiden und das Risiko eines Kapselrisses verringern.

Laserskalpelle bestehen ähnlich wie die für Ultraschall eingesetzten Instrumente im allgemeinen aus einem manuell bedienbaren Handstück und aus einer auf das Handstück aufzusetzenden, auswechselbaren Arbeitsspitze sowie aus Anschlüssen an geeignete Spül- und Absaugvorrichtungen. Die Arbeitsspitze umfaßt einen Adapter zum Befestigen der

Spitze am Handstück, eine Kanüle zum Absaugen, in welche seitlich eine Faser zur Lichtübertragung eingebaut ist, sowie gegebenenfalls einen weiteren Kanal für eine Spülung.

Im Gegensatz zur Ultraschallphakoemulsifikation können bei der Lasertherapie durch die geringere Energiezufuhr relativ feste Rückstände zurückbleiben; es findet eher eine Fragmentierung denn eine Verflüssigung des Linsenkerns statt. Die Rückstände der Lasertherapie sowie unbehandelte Linsenkernfragmente werden mittels eines Absaugsystems, in das der Lichtleiter integriert ist, abgesaugt. Fehlendes Volumen wird durch ein geeignetes Füllmittel, beispielsweise eine Kochsalzlösung, entweder über ein eigenes Spülhandstück oder eine im Laser-Absaughandstück integrierte Spülkanüle ersetzt.

Die im Stand der Technik bekannten Laserskalpell-Arbeitsspitzen weisen gemäß einer Ausführungsform, wie zum Beispiel der US 5 112 328 A, eine Anordnung auf, bei der eine Lichtleiterfaser an der Innenwand der Absaugkanüle befestigt ist und bündig mit dem distalen Ende der Kanüle abschließt. Der von der Faser nicht eingenommene Innenraum der Kanüle dient als Absaugkanal für die Linsenfragmente.

Die bündige Anordnung von Faser und Absaugöffnung bedingt jedoch vor allem bei härteren Linsenkernen ein Verstopfen der Absaugkanüle, da Fragmente, die durch den Laserstrahl nicht ausreichend zerkleinert wurden, an der Öffnung festgesaugt werden und diese verschließen können. Die fehlende Trennung von Faser und Absaugung und die daraus resultierende Geometrie des Absaugkanals fördern ebenfalls die Tendenz, das Absaugen zu blockieren, zumal sich abgesaugte Teilchen in den spitzwinkligen Längskanten zwischen konkaver Innenwand des Absaugkanals und konvexer Oberfläche der Laserfaser einklemmen bzw. festhängen können.

Die unzureichende Absaugung der Linsenkerne ist einer der Hauptgründe, warum sich die Lasertherapie gegenüber der Ultraschallphakoemulsifikation bislang noch nicht durchsetzen konnte. Die Tatsache, daß die festen Bestandteile, insbesondere dichter Linsenkerns, die Absaugkanüle verstopfen, führt zu extrem langen Behandlungszeiten. Die Behandlung muß öfter unterbrochen, das Handstück aus dem Auge entfernt und durchgespült werden, wodurch der Patient erhöhtem Risiko, insbesondere einem erhöhten Infektionsrisiko, ausgesetzt ist.

Aus der US 4 694 828 A ist eine Laseroperationseinrichtung bekannt, bei der mittels eines Laserstrahls, der innerhalb einer Kammer erzeugt wird, zu entfernendes Gewebe verdampft wird. Der Laserstrahl wird in einer eigens vorgesehenen Kammer, die dem distalen Ende der

Laserfaser gegenüberliegt, abgefangen, und das verdampfte Gewebe wird über einen Absaugkanal abgeführt. Bei einer solchen Ausführungsform ist das distale Ende der Laserfaser zwecks Schutzes umliegenden Gewebes in Achsrichtung der Laserfaser nicht frei, sondern von der oben beschriebenen Kammer abgedeckt.

Aus den Dokumenten US 4 985 027 A, DE 38 31 141 A1 und DE 197 14 475 C1 sind Laserskalpelle der eingangs beschriebenen Art bekannt, bei denen die Laserfaser innerhalb des Absaugkanals angeordnet ist, wodurch lediglich durch die Absaugöffnung in das Innere des Absaugkanals ragende Gewebeteile bearbeitet werden können.

Aus der WO 91/06271 ist ein Laseroperationsinstrument bekannt, bei dem ein pulsierender Laserstrahl gegen einen Wandler prallt, der die elektromagnetische Energie in mechanische Schockwellen umwandelt, die über eine Öffnung eines Absaugkanals aus dem Operationswerkzeug austreten.

Die Erfindung bezweckt die Vermeidung der Nachteile und Schwierigkeiten des Standes der Technik und stellt sich die Aufgabe, ein Laserskalpell der eingangs beschriebenen Art bereitzustellen, welches eine ungestörte Absaugung ermöglicht und aufgrund der dadurch verkürzten Behandlungszeit und ohne Zwischensäuberung durchzuführende Behandlung das Risiko für den Patienten erheblich verringert.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß nach einer ersten Ausführungsform dadurch gelöst, daß die Laserfaser außerhalb des Absaugkanales angeordnet ist, daß der Absaugkanal das distale Ende der Laserfaser überragt, daß die Absaugöffnung in einer dem Laserstrahl zugewendeten Wand im das distale Ende der Laserfaser überragenden Teil des Absaugkanales vorgesehen ist, daß die Absaugöffnung dem aus dem distalen Ende der Laserfaser austretenden Laserstrahl zugewendet ist und daß der Absaugkanal ein abgerundetes distales Ende aufweist.

Eine zweite Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß die Laserfaser außerhalb des Absaugkanales angeordnet ist, daß der Absaugkanal das distale Ende der Laserfaser überragt, daß die Absaugöffnung in einer dem Laserstrahl zugewendeten Wand im das distale Ende der Laserfaser überragenden Teil des Absaugkanales vorgesehen ist, daß die Absaugöffnung dem aus dem distalen Ende der Laserfaser austretenden Laserstrahl zugewendet ist und daß das Laserskalpell ein außen glattwandiges Hüllrohr aufweist.

Gemäß einer dritten Ausführungsform ist die Laserfaser außerhalb des Absaugkanales angeordnet, überragt der Absaugkanal das distale Ende der Laserfaser, ist die Absaugöffnung in einer dem Laserstrahl zugewendeten Wand im das distale Ende der Laserfaser überragenden Teil des Absaugkanales vorgesehen, ist die Absaugöffnung dem aus dem distalen Ende der Laserfaser austretenden Laserstrahl zugewendet und weist der Absaugkanal über die Länge der Arbeitsspitze einen konstanten Querschnitt auf.

Entstehen beim Lasereinsatz harte Linsenkernfragmente und Restprodukte, so werden diese durch die seitliche Absaugöffnung vor die Faseraustrittsfläche gesaugt. Wenn die Fragmente klein genug sind, werden sie über die Kanüle abgesaugt. Andernfalls werden sie durch die Absaugung vor der Faser gehalten, so daß eine weitere Zertrümmerung mittels Laser möglich ist. Die Fragmente werden so lange zerkleinert, bis sie durch die Absaugöffnung hindurchtreten können.

Gemäß einer älteren, jedoch nicht vorveröffentlichten Publikation WO 99/44554 ist ein Laserskalpell der eingangs beschriebenen Art bekannt, bei dem zwar die Laserfaser außerhalb des Absaugkanals angeordnet ist und der Absaugkanal das distale Ende der Laserfaser überragt, wobei die Absaugöffnung in einer dem Laserstrahl zugewendeten Wand im das distale Ende der Laserfaser überragenden Teil des Absaugkanals vorgesehen ist, und die Absaugöffnung dem das distale Ende der Laserfaser austretenden Laserstrahl zugewendet ist, jedoch weist der Absaugkanal kein abgerundetes distales Ende auf, sondern er ist vielmehr kantig gestaltet. Weiters ist dieses Laserskalpell nicht außen von einem glattwandigen Hüllrohr umgeben. Auch ist der Absaugkanal über die Länge der Arbeitsspitze innen konisch gestaltet.

Die Absaugöffnung ist erfindungsgemäß bevorzugt in einer den Absaugkanal bildenden Seitenwand vorgesehen, die über das distale Ende der Laserfaser vorragt.

Vorzugsweise weist der Absaugkanal eine einzige Absaugöffnung in der Seitenwand auf, wodurch gewährleistet ist, daß die Linsenfragmente auf jeden Fall die Faseraustrittsfläche passieren müssen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Absaugöffnung einen kleineren Querschnitt als der Absaugkanal auf, vorzugsweise einen um mindestens 10 % kleineren. Dadurch wird sichergestellt, daß nur Fragmente, die kleiner sind als der Querschnitt des Absaugkanals, in diesen gelangen können. Eine Verstopfung des Kanals ist dadurch ausgeschlossen.

Der größte Durchmesser der Absaugöffnung ist vorteilhaft kleiner als der kleinste Durchmesser des Absaugkanals.

Zweckmäßig ist das geschlossene distale Ende des Absaugkanals abgerundet ausgebildet, wodurch die Gefahr von Verletzungen durch scharfe Kanten beim Einführen der Arbeitsspitze in das Auge herabgesetzt wird.

Eine andere bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß das Laserskalpell ein Rohr aufweist, in welchem an einer Seite die Laserfaser angeordnet ist, und daß der Absaugkanal innerhalb des Rohres und gegenüber der Laserfaser durch eine Wand abgetrennt ausgebildet ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird der Absaugkanal von einem innerhalb des Rohres angeordneten weiteren Rohr, vorzugsweise mit elliptischem Querschnitt, gebildet.

Das Laserskalpell ist vorteilhaft mit einem weiteren Kanal zur Zuführung eines Füllmittels, wie beispielsweise einer Kochsalzlösung etc., ausgestattet. Dies hat den Vorteil, daß für die Spülung kein eigener Schnitt notwendig ist, da der Spülkanal gemeinsam mit Laserfaser und Absaugvorrichtung in einer Arbeitsspitze integriert eingeführt werden kann.

Der Zusatzkanal zur Zuführung eines Füllmittels wird dabei zweckmäßig von einem sowohl den Absaugkanal als auch die Laserfaser peripher umgebenden Kanal gebildet.

Bevorzugt ist die Absaugöffnung, in Draufsicht auf die Absaugöffnung, vom Laserstrahl größtenteils, vorzugsweise ganz, bedeckt.

Eine zweckmäßige Ausführungsform zur vielseitigeren Verwendung des Laserskalpells ist dadurch gekennzeichnet, daß der das distale Ende der Laserfaser überragende Teil des Absaugkanales außenseitig aufgeraut ist., wobei vorteilhaft die Rauigkeit im Bereich von 20 bis 60  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise 25 bis 50  $\mu\text{m}$ , liegt.

Um zusätzlich zur Linsenkernfragmentation eine Eröffnung des Kapselsackes durchführen zu können, schließt vorteilhaft die nach außen gerichtete Normale der dem Laserstrahl zugewandten und die Absaugöffnung tragenden Wand des Absaugkanales mit der Längsmittelachse des Laserstrahles in Strahlrichtung einen Winkel  $\leq 90^\circ$ , vorzugsweise einen Winkel  $\alpha$  zwischen  $30^\circ$  und  $80^\circ$ , ein.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert, wobei Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Arbeitsspitze eines Laserskalpells gemäß Stand der Technik, Fig. 2 einen Längsschnitt durch eine Arbeitsspitze eines erfindungsgemäßen Laserskalpells, Fig. 3 eine Draufsicht gemäß Pfeil A auf die in Fig. 2 dargestellte Laserskalpell-Arbeitsspitze, Fig. 4 einen Schnitt durch die in Fig. 2 dargestellte Laserskalpell-Arbeitsspitze nach Linie IV-IV, und Fig. 5 einen mit Fig. 4 vergleichbaren Schnitt durch eine andere Ausführungsform einer Arbeitsspitze eines erfindungsgemäßen Laserskalpells veranschaulichen.

Die Arbeitsspitze 1 eines bekannten Laserskalpells wird von einem Rohr 2, genannt Hüllrohr, gebildet, an dessen Innenseite 3 eine Laserfaser 4 befestigt ist, die das für die Operation notwendige Laserlicht von der Laserquelle bis zum Operationsbereich leitet. Der vom Hüllrohr 2 gebildete und nicht von der Laserfaser eingenommene Innenraum dient als Absaugkanal 5, durch welchen der fragmentierte Linsenkern mittels einer nicht dargestellten Absaugeinrichtung abtransportiert wird. Gemäß Fig. 1 schließt das distale Ende 6 der Laserfaser 4 bündig mit dem Absaugkanal 5 bzw. dem Hüllrohr 2 ab, d.h. die Absaugöffnung 7 befindet sich auf gleicher Höhe mit dem distalen Ende 6 der Laserfaser 4. Wird ein Teilchen 8, welches einen größeren Querschnitt als die Absaugöffnung 7 aufweist, angesaugt, bleibt das Teilchen 8 in der Absaugöffnung 7 stecken und verwehrt den kleineren Teilchen 9 den Zutritt zum Absaugkanal 5, wodurch die Absaugung generell blockiert wird und das Laserskalpell zur Reinigung aus dem Auge gezogen werden muß. (Die Pfeile B in den Fig. 1 und 2 veranschaulichen die Strömungsrichtung der Fragmente 8 und 9.)

Die in Fig. 2 dargestellte Arbeitsspitze 1 eines erfindungsgemäßen Laserskalpells weist ebenfalls ein Hüllrohr 2, beispielsweise mit einem Außendurchmesser von 1,2 mm, auf, wobei das Hüllrohr 2 aus einem im medizinischen Bereich üblichen Material wie Edelstahl gefertigt ist.

An der Innenseite 3 des Hüllrohres 2 ist eine Laserfaser 4 zur Verwendung als Lichtleiter in einem Infrarotbereich um etwa 3  $\mu\text{m}$  befestigt, deren proximaler Bereich, der sogenannte Hauptlichtleiter (nicht dargestellt), zumeist aus Zinkfluorid gebildet ist, wogegen der distale Bereich zur Überbrückung der Distanz zwischen Hauptlichtleiter und Operationsfeld von einer herkömmlichen Quarzfaser gebildet wird, da Zinkfluorid kein biokompatibles Material ist. Der Quarzanteil des Lichtleiters wird jedoch so klein wie möglich gehalten, um die durch die Quarzfaser bedingte Abschwächung der Strahlung zu minimieren. Bei dieser Ausführungsform weist die Laserfaser 4 einen Durchmesser von ungefähr 200-300  $\mu\text{m}$  auf. Es sind je nach gewünschter Energieübertragung auch andere Durchmesser möglich.



Gegenüber der Laserfaser 4 ist eine Rohr 10 mit elliptischem Querschnitt (siehe Fig. 4) in das Hüllrohr 2 eingepreßt, das den Absaugkanal 5 bildet. Der Querschnitt der Ellipse ist so dimensioniert, daß das Hüllrohr 2 optimal ausgefüllt wird.

Das elliptische Rohr 10 ragt über das Ende des Hüllrohres 2 und das distale Ende 6 der Laserfaser 4 hinaus, in dem dargestellten Ausführungsbeispiel um ca. 500-600  $\mu\text{m}$ , während die Laserfaser 4 bündig mit dem Hüllrohr 2 abschließt. Das Rohr 10 ist an seinem distalen Ende 11 geschlossen, wobei das distale Ende 11 des Rohres 10 abgerundet ausgebildet ist.

In einer Seitenwand 12 des überragenden Teils 13 des Rohres 10 ist eine Absaugöffnung 7 vorgesehen, die dem aus dem distalen Ende 6 der Laserfaser 4 austretenden Laserstrahl 14 zugewendet ist. Die Absaugöffnung 7 könnte aber beispielsweise auch in einer sich zu einer abgerundeten Spitze verjüngenden und dem Laserstrahl 14 zugewendeten Wand des Rohres 10, d.h. nicht im rechten Winkel zur Laserstrahlaustrittsfläche 15, vorgesehen sein.

Die Linsenkernfragmente 8 und 9 werden im Betrieb von der Absaugeinrichtung vor die Absaugöffnung 7 gezogen, wobei sie durch den Laserstrahl 14 treten und gegebenenfalls von diesem durch konstruktionsmäßig erzwungenen ständigen Kontakt mit dem Laserstrahl 14 solange zerkleinert werden, bis sie klein genug sind, durch die Absaugöffnung 7 in das Rohr 10 zu gelangen. Vorteilhaft ist dabei, wenn der größte Durchmesser D1 der Absaugöffnung 7 kleiner ist als der kleinste Durchmesser D2 des Absaugkanals 5, bei diesem Ausführungsbeispiel der kleinste Durchmesser D2 des elliptischen Rohres 10.

In der Darstellung der in Richtung von Pfeil A in Fig. 2 gesehenen Ansicht der Laserskalpell-Arbeitsspitze 1 in Fig. 3, ist die Absaugöffnung 7 vollständig vom Laserstrahl 14 bedeckt. Der Durchmesser D1 der Absaugöffnung 7 ist, wie oben ausgeführt, so gewählt, daß er geringer als die kleine Halbachse des elliptischen Rohres 10 ist, wie ein Vergleich mit Fig. 4 erkennen läßt.

Fig. 4 zeigt eine Schnittdarstellung entlang der Linie IV-IV in Fig. 2, wobei hier deutlich der separate Absaugkanal 5 mit elliptischem Querschnitt zu erkennen ist. Aufgrund der erfindungsgemäßen Anordnung des Absaugkanals 5 gibt es keine konvexen Flächen innerhalb des Absaugkanals 5, die eine Verstopfung durch die Teilchen 9 begünstigen würden, indem sich diese in den von den Oberflächen der Laserfaser 4 und des Hüllrohres 2 gebildeten engen Nischen leicht verklemmen. Die in Fig. 6 gezeigte Anordnung von

Absaugkanal 5 und Laserfaser 4 in einem Hüllrohr 2 ist aus diesem Grund ein weniger bevorzugtes Ausführungsbeispiel.

In Fig. 5 ist ein anderes Ausführungsbeispiel einer Arbeitsspitze 1 eines erfindungsgemäßen Laserskalpells näher veranschaulicht, das sich besonders für Laserfasern 4 mit größerem Durchmesser eignet. Die Schnittdarstellung zeigt ein Hüllrohr 2, an dessen Innenseite 3 eine Laserfaser 4 befestigt ist, wobei die Laserfaser 4 gegenüber einem Absaugkanal 5, der von einem Teil des Hüllrohres 2 gebildet wird, durch eine Wand 16 abgetrennt ist. Auf diese Weise kann bei einem Querschnitt des Hüllrohres 2, der gleich dem Querschnitt des Hüllrohres 2 der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform ist, immer noch eine zufriedenstellende Absaugung erzielt werden.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Hüllrohr 2 coaxial von einem weiteren Rohr 17 umgeben, das einen Zusatzkanal 18 zur Zuführung eines Füllmittels bzw. einer Spülflüssigkeit bildet, welcher sowohl den Absaugkanal 5 als auch die Laserfaser 4 umgibt.

Gemäß der in Fig. 6 dargestellten Ausführungsform weist die die Absaugöffnung 7 tragende Wand des Absaugkanales 5 eine gegenüber der Längsrichtung des Laserskalpells geneigte Lage auf, wobei die nach außen gerichtete Normale  $n$  der dem Laserstrahl 14 zugewandten und die Absaugöffnung 7 tragenden Wand des Absaugkanales 5 mit der Längsmittelachse des Laserstrahles 14 in Strahlrichtung einen Winkel  $\alpha$  zwischen 30 und 80° einschließt.

Mit einem Laserskalpell dieser Ausführungsform kann zusätzlich zur Linsenkernfragmentation die Eröffnung des Kapselsackes, die sogenannte Kapsulorhexis (Fig. 7), durchgeführt werden. Dadurch wird der Einsatz eines speziellen chirurgischen Instruments für diesen Zweck überflüssig.

Vorzugsweise ist der das distale Ende der Laserfaser 4 überragende Teil des Absaugkanales 5 außenseitig augeraut, wobei die Körnung im Bereich zwischen 20 und 50  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise zwischen 25 und 50  $\mu\text{m}$  liegt.

Eine derart gestaltete Arbeitsspitze kann nach der vollständigen Phakoemulsifikation zum Polieren der Linsenkapsel vor dem Einsetzen der Intraokularlinse verwendet werden. Der Vorteil gegenüber herkömmlichen Laserskalpellen ist in der Tatsache begründet, daß ein Instrumentenwechsel zwischen den beiden Behandlungsschritten entfallen kann, wodurch das Verletzungs- und Infektionsrisiko für den Patienten vermindert ist.

Das erfindungsgemäße Laserskalpell ist nicht auf die Anwendung bei der Katarakttherapie beschränkt; ein Einsatz des erfindungsgemäßen Laserskalpells wäre beispielsweise auch bei chirurgischen Eingriffen, die Knorpelgewebe betreffen, denkbar.

## Patentansprüche:

1. Laserskalpell zum Zerschneiden von biologischem Gewebe mit einer Absaugeinrichtung, wobei die Absaugeinrichtung einen zu einer mit einem in Achsrichtung der Laserfaser (4) freien distalen Ende (6) versehenen Laserfaser (4) parallel angeordneten Absaugkanal (5) mit einer Absaugöffnung (7) aufweist und wobei ein Laserstrahl (14) aus dem distalen Ende (6) der Laserfaser (4) austritt, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserfaser (4) außerhalb des Absaugkanales (5) angeordnet ist, daß der Absaugkanal (5) das distale Ende (6) der Laserfaser (4) überragt, daß die Absaugöffnung (7) in einer dem Laserstrahl (14) zugewendeten Wand (12) im das distale Ende (6) der Laserfaser (4) überragenden Teil (13) des Absaugkanales (5) vorgesehen ist, daß die Absaugöffnung (7) dem aus dem distalen Ende (6) der Laserfaser (4) austretenden Laserstrahl (14) zugewendet ist und daß der Absaugkanal (5) ein abgerundetes distales Ende aufweist.
2. Laserskalpell zum Zerschneiden von biologischem Gewebe mit einer Absaugeinrichtung, wobei die Absaugeinrichtung einen zu einer mit einem in Achsrichtung der Laserfaser (4) freien distalen Ende (6) versehenen Laserfaser (4) parallel angeordneten Absaugkanal (5) mit einer Absaugöffnung (7) aufweist und wobei ein Laserstrahl (14) aus dem distalen Ende (6) der Laserfaser (4) austritt, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserfaser (4) außerhalb des Absaugkanales (5) angeordnet ist, daß der Absaugkanal (5) das distale Ende (6) der Laserfaser (4) überragt, daß die Absaugöffnung (7) in einer dem Laserstrahl (14) zugewendeten Wand (12) im das distale Ende (6) der Laserfaser (4) überragenden Teil (13) des Absaugkanales (5) vorgesehen ist, daß die Absaugöffnung (7) dem aus dem distalen Ende (6) der Laserfaser (4) austretenden Laserstrahl (14) zugewendet ist und daß das Laserskalpell ein außen glattwandiges Hüllrohr aufweist.
3. Laserskalpell zum Zerschneiden von biologischem Gewebe mit einer Absaugeinrichtung, wobei die Absaugeinrichtung einen zu einer mit einem in Achsrichtung der Laserfaser (4) freien distalen Ende (6) versehenen Laserfaser (4) parallel angeordneten Absaugkanal (5) mit einer Absaugöffnung (7) aufweist und wobei ein Laserstrahl (14) aus dem distalen Ende (6) der Laserfaser (4) austritt, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserfaser (4) außerhalb des Absaugkanales (5) angeordnet ist, daß der Absaugkanal (5) das distale Ende (6) der Laserfaser (4) überragt, daß die Absaugöffnung (7) in einer dem Laserstrahl (14) zugewendeten Wand (12) im das distale Ende (6) der Laserfaser (4) überragenden Teil (13) des Absaugkanales (5) vorgesehen ist, daß die Absaugöffnung (7) dem aus dem distalen Ende (6) der Laserfaser (4) austretenden Laserstrahl (14) zugewendet ist und daß der Absaugkanal (5) über die Länge der Arbeitsspitze (1) einen konstanten Querschnitt aufweist.

4. Laserskalpell nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Absaugöffnung (7) in einer den Absaugkanal (5) bildenden Seitenwand (12) vorgesehen ist, die über das distale Ende (6) der Laserfaser (4) vorragt.
5. Laserskalpell nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Absaugkanal (5) eine einzige Absaugöffnung (7) in der Seitenwand (12) aufweist.
6. Laserskalpell nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Absaugöffnung (7) einen kleineren Querschnitt, vorzugsweise einen um mindestens 10 % kleineren Querschnitt, aufweist als der Absaugkanal (5).
7. Laserskalpell nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Absaugöffnung (7) einen kleineren größten Durchmesser (D1) aufweist als der kleinste Durchmesser (D2) des Absaugkanales (5).
8. Laserskalpell nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das geschlossene distale Ende (11) des Absaugkanals (5) abgerundet ausgebildet ist.
9. Laserskalpell nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Laserskalpell ein Rohr (2) aufweist, in dem an einer Seite die Laserfaser (4) angeordnet ist, und daß der Absaugkanal (5) innerhalb des Rohres (2) und gegenüber der Laserfaser (4) durch eine Wand (16) abgetrennt ausgebildet ist.
10. Laserskalpell nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Absaugkanal (5) von einem innerhalb des Rohres (2) angeordneten weiteren Rohr (10), vorzugsweise mit elliptischen Querschnitt, gebildet ist.
11. Laserskalpell nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Laserskalpell mit einem weiteren Kanal (18) zur Zuführung eines Füllmittels, wie beispielsweise einer Kochsalzlösung etc., ausgestattet ist.
12. Laserskalpell nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Zusatzkanal (18) zur Zuführung eines Füllmittels von einem sowohl den Absaugkanal (5) als auch die Laserfaser (4) peripher umgebenden Kanal gebildet ist.

13. Laserskalpell nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Absaugöffnung (7) vom Laserstrahl (14), in Draufsicht auf die Absaugöffnung (7) gesehen, größtenteils, vorzugsweise ganz, bedeckt ist.
14. Laserskalpell nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der das distale Ende der Laserfaser (4) überragende Teil des Absaugkanales (5) außenseitig aufgeraut ist.
15. Laserskalpell nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Rauigkeit im Bereich von 20 bis 60  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise 25 bis 50  $\mu\text{m}$ , liegt.
16. Laserskalpell nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die nach außen gerichtete Normale (n) der dem Laserstrahl (14) zugewandten und die Absaugöffnung (7) tragenden Wand des Absaugkanales (5) mit der Längsmittelachse des Laserstrahles (14) in Strahlrichtung einen Winkel  $\leq 90^\circ$ , vorzugsweise einen Winkel  $\alpha$  zwischen  $30^\circ$  und  $80^\circ$ , einschließt.

FIG. 1

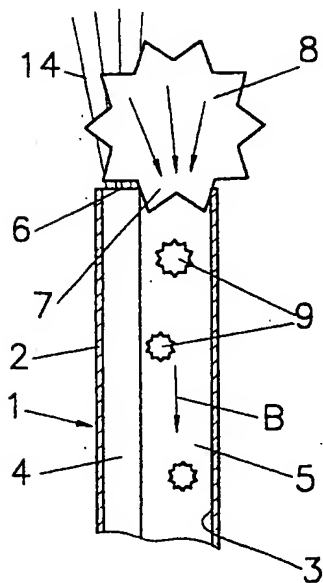


FIG. 2

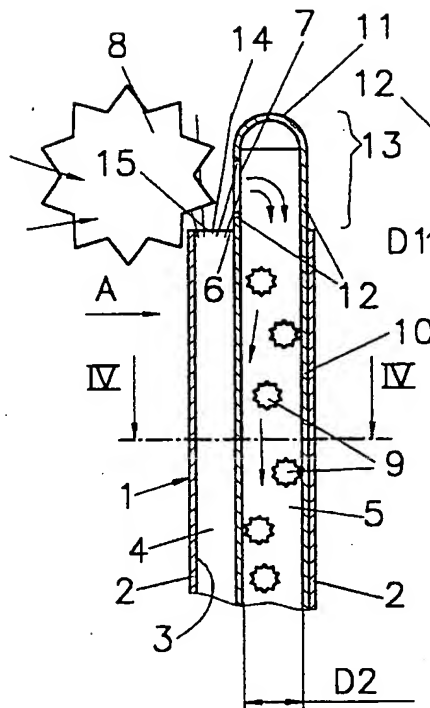


FIG. 3

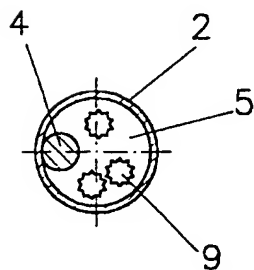
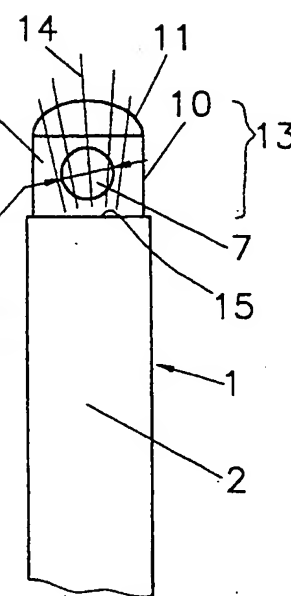


FIG. 6

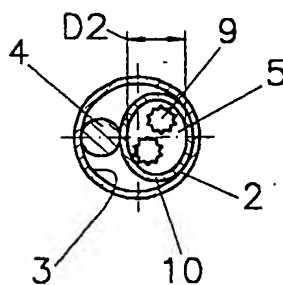


FIG. 4

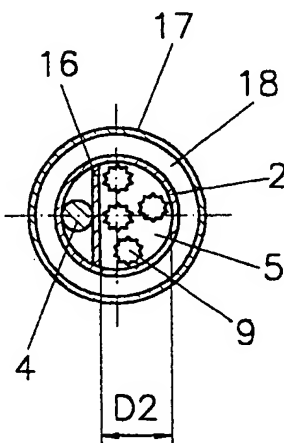


FIG 5

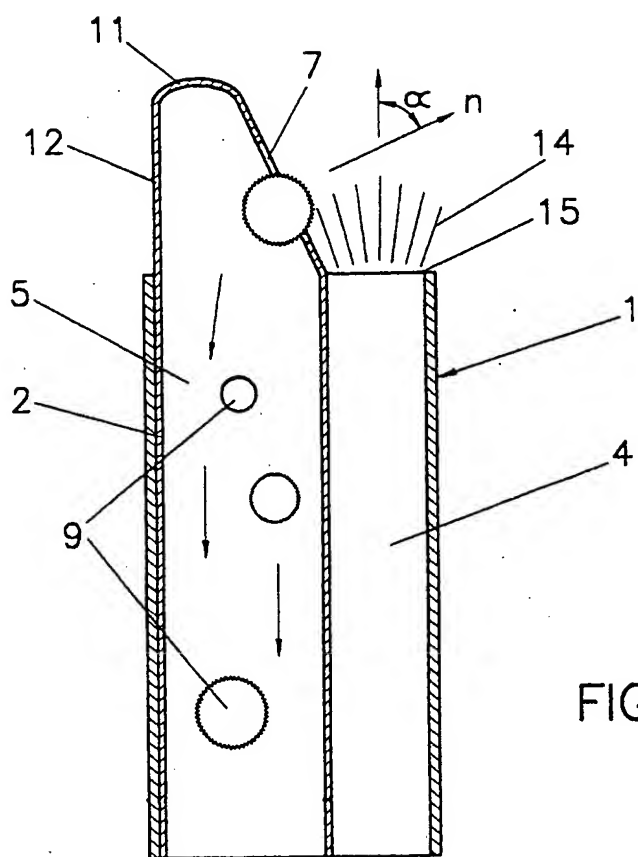


FIG. 6

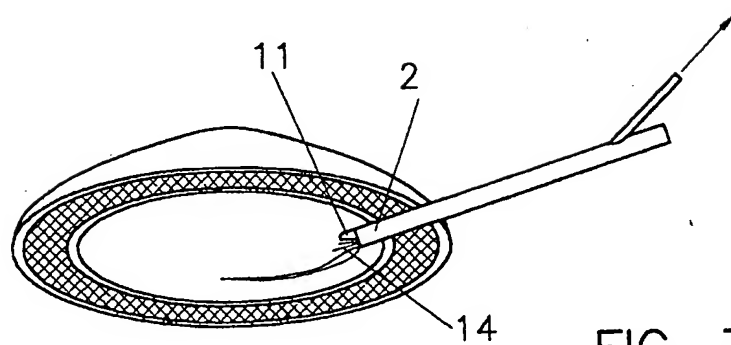


FIG. 7



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/AT 00/00233

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 A61F9/011

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 A61F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 96 32895 A (MATHIS MARK ; COHERENT INC (US); HMELAR MICHAEL (US); MANOUKIAN NUB) 24 October 1996 (1996-10-24)	1-13, 16
Y	column 7, line 14 - line 26; figures 1, 7	14, 15
Y	US 5 057 098 A (ZELMAN JERRY) 15 October 1991 (1991-10-15)	14, 15
A	column 4, line 37 - line 42; figure 1	16
A	DE 40 38 773 A (KLAAS DIETER) 11 June 1992 (1992-06-11)	16
	column 1, line 61 - line 67; figure 1	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*Δ\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 November 2000

Date of mailing of the international search report

04/12/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mayer, E

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/AT 00/00233

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9632895	A	24-10-1996	NONE	
US 5057098	A	15-10-1991	US 4825865 A	02-05-1989
			US 5139504 A	18-08-1992
			US 5403307 A	04-04-1995
			AU 615287 B	26-09-1991
			AU 3304789 A	18-10-1990
			EP 0390993 A	10-10-1990
DE 4038773	A	11-06-1992	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 00/00233

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 A61F9/011

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 A61F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 96 32895 A (MATHIS MARK ; COHERENT INC (US); HMELAR MICHAEL (US); MANOUKIAN NUB) 24. Oktober 1996 (1996-10-24)	1-13, 16
Y	Spalte 7, Zeile 14 - Zeile 26; Abbildungen 1, 7	14, 15
Y	US 5 057 098 A (ZELMAN JERRY) 15. Oktober 1991 (1991-10-15)	14, 15
A	Spalte 4, Zeile 37 - Zeile 42; Abbildung 1	16
A	DE 40 38 773 A (KLAAS DIETER) 11. Juni 1992 (1992-06-11)	16
	Spalte 1, Zeile 61 - Zeile 67; Abbildung 1	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*A\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. November 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/12/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mayer, E

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Akkennzeichen

PCT/AT 00/00233

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9632895	A	24-10-1996	KEINE	
US 5057098	A	15-10-1991	US 4825865 A	02-05-1989
			US 5139504 A	18-08-1992
			US 5403307 A	04-04-1995
			AU 615287 B	26-09-1991
			AU 3304789 A	18-10-1990
			EP 0390993 A	10-10-1990
DE 4038773	A	11-06-1992	KEINE	